

咸水灌溉对砂培甜瓜各器官生长和盐离子分布的影响

江雪飞, 乔 飞, 邹志荣

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘 要] 为了揭示咸水灌溉对甜瓜各器官生长及盐离子分布的影响,采用温室砂培试验,从甜瓜的伸蔓期开始用不同质量浓度的模拟咸水对其进行灌溉,测定不同发育阶段各器官中的 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 和 Cl^- 的含量及甜瓜的生长状况。结果表明,灌溉咸水质量浓度的增加使甜瓜根、茎、叶和果实生物量降低, K^+/Na^+ 、 $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$ 、 Cl^-/Na^+ 下降;根、茎和叶中的 Na^+ 和 Cl^- 含量基本上随咸水质量浓度的增加而提高,但叶片中 Na^+ 含量低于根和茎; K^+ 含量从伸蔓期到开花坐果期出现上升趋势,而到果实发育期迅速下降,其中叶片的 K^+ 含量降低幅度最大,根系的变化不明显;叶片中的 Ca^{2+} 含量高于根和茎,并且在伸蔓期和开花坐果期,各咸水处理的 Ca^{2+} 含量与 CK 的差异不显著,但在果实发育期,各咸水处理甜瓜各器官的 Ca^{2+} 含量均显著高于 CK。由此可见,在咸水灌溉条件下,虽然甜瓜以增加吸收 K^+ 和叶片的拒 Na^+ 为适应特征,但各器官的生长均受到抑制。

[关键词] 砂培甜瓜;咸水灌溉;生长发育;盐离子分布

[中图分类号] S652.07+.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)08-0114-07

Effects of brackish water irrigation on growth and distribution of salty ions in different organs of melon under sand culture

JIANG Xue-Fei, QIAO Fei, ZOU Zhi-Rong

(College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The purpose of this paper is to reveal the effects of brackish water irrigation on the growth and distribution of salty ions in the organs of melon. The growth and contents of Na^+ , K^+ , Ca^{2+} and Cl^- in different organs of melon are studied under sand culture condition irrigated with simulate salt water. The results show that brackish water irrigation reduces the K^+/Na^+ , $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$, Cl^-/Na^+ ratios, and fresh weight of roots, stems, leaves, and fruits; the contents of Na^+ and Cl^- increase in roots, stems and leaves as the concentration of salt water go up, while Na^+ in the leaves is lower than that in the stems and roots. The content of K^+ tends to rise from straw period to flor-fruit period. The content of K^+ in the leaves shows a significant decline during fruitage while that in the roots indicates no changes. The content of Ca^{2+} in the leaves is higher than that in roots and stems, and in all treatments during flor-fruit period and fruitage Ca^{2+} content indicates no significant difference. In conclusion, under the brackish water stress, the melon takes in more K^+ and excludes Na^+ from entering leaves, but the growth of different organs is still inhibited significantly.

Key words: sand culture melon; brackish water irrigation; growth and development; salty ions distribution

[收稿日期] 2007-02-07

[基金项目] 国家发改委“西北不同生态型设施农业高技术产业化示范工程”项目(2004F05-K04)

[作者简介] 江雪飞(1977-),女,广西桂林人,在读博士,主要从事设施园艺研究。E-mail: qiaofeixn@126.com

[通讯作者] 邹志荣(1956-),男,陕西延安人,教授,博士生导师,主要从事设施农业科学与工程研究。
E-mail: zouzhihong2005@163.com

在西北荒漠化地带进行设施园艺生产,由于其光照充分,有利于实现高产优质栽培并且能够实现设施园艺的可持续发展,所以近年来该地区的设施栽培面积不断扩大^[1]。但荒漠地区土壤贫瘠、沙化现象普遍,并且灌溉用水矿化度较高,而利用矿化度较高的咸水进行灌溉,会导致植物营养元素的比例发生变化,造成营养亏缺,并破坏植物器官的渗透调节能力^[2-3]。因此,研究咸水灌溉条件下植株的生长及其对盐离子的吸收、分配规律,有助于揭示植株对咸水环境的适应过程,并对咸水的合理开发利用及缓解我国农业用水的紧缺局面、拓展农业发展空间具有重要的实际意义^[4-5]。

甜瓜作为一种重要的温室作物,许多国家和地区对其咸水灌溉进行了广泛的实践^[6-8],并获得以下经验:咸水灌溉对甜瓜的影响表现为抑制生长、降低产量,而含糖量有所上升;并且甜瓜所适宜的灌溉咸水质量浓度主要受甜瓜的生育期、灌溉持续时间、土壤(基质)特性等的影响。就栽培基质而言,温室砂培甜瓜尚未见报道。本试验以对盐离子基本没有吸附能力的沙子作为基质,用人工模拟不同质量浓度的Cl⁻-Na型咸水^[9-10]进行灌溉,拟探明咸水灌溉条件下盐离子的分布规律和无机渗透调节机制,以及有毒的Cl⁻、Na⁺在植株不同生育期、不同器官的分布状况,以期为构建沙化地区温室甜瓜栽培的咸水灌溉技术体系提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

试验选用的‘优选早蜜’甜瓜(*Cucumis melo* (L.) Youxuanzaomi)种子购自陕西杨凌千普农业开发有限公司。

1.2 试验设计

试验于2005-08~2006-01在西北农林科技大学农作一站玻璃温室中进行,采用砖砌栽培槽双行栽植。栽培槽长18 m,宽72 cm,高24 cm。栽培槽底部铺3 cm厚小石子,然后铺20 cm厚河沙,石子与河沙中间用编织袋隔开,小区间用塑料薄膜相隔。09-14采用宽窄行定植,宽行距72 cm,窄行距35 cm,株距33 cm。采用单蔓整枝方式整枝,从第10节位开始留瓜,每株留1个,20节位打顶,花后37 d采收。

试验为完全随机设计,咸水质量浓度设3,5,7,9 g/L共4个处理,咸水按 $m(\text{NaCl}) : m(\text{CaCl}_2) = 3 : 1$ 加入Hoagland营养液中配制而成;以浇灌Hoagland营养液为对照,每处理设4个小区,共计

20个小区,每小区种植10株甜瓜,每处理共种植甜瓜40株。

咸水处理从缓苗后(09-21)开始,共灌溉19次,累计浇咸水7 325 mL/株。不定时浇水使田间持水量(用HH2 Moisture Meter测定)保持在60%~90%。

1.3 测定方法

从2005-10-01开始每10 d测定离子1次,共测定7次,每次测定设2个重复。其中伸蔓期和开花坐果期分别测定2次,果实发育期共测定了3次,以平均值代表各生育期离子含量。测定时将3棵植株的根、茎、叶和果实分别置105℃烘箱中杀青5 min,再转至80℃下烘干至恒重。将烘干后的样品粉碎,用原子吸收分光光度计测定Na⁺、K⁺^[11]和Ca²⁺^[12]的含量,Cl⁻含量用AgNO₃滴定法测定。

株高指土表至心叶的高度,从2005-10-01开始每10 d测定1次,每次测定10株甜瓜的株高,共测定7次。在甜瓜果实采收后,随机取3株以根、茎、叶3部分分别称量并用叶面积仪AM200测定叶面积。

1.4 数据处理

试验数据采用DPS和Microsoft Excel软件进行统计与分析,用SSR法进行平均数间多重比较。

2 结果与分析

2.1 咸水灌溉对甜瓜生长的影响

2.1.1 咸水灌溉对甜瓜株高的影响 从图1可以看出,在10月31日前,持续的咸水灌溉对甜瓜株高的增长有明显抑制作用,并且表现出抑制作用随咸水质量浓度的升高而增强的趋势,这种趋势随着处理时间的延长更加明显。也就是说,咸水灌溉对甜瓜株高增长的抑制表现出浓度效应和时间效应。

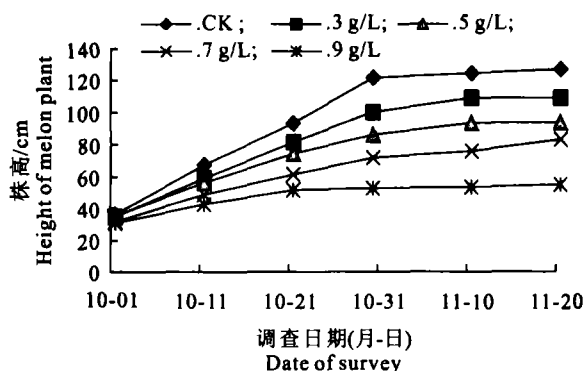


图1 咸水灌溉对甜瓜株高的影响

Fig. 1 Effect of brackish water irrigation on height of melon plant

经方差分析,CK与所有咸水灌溉处理株高的

差异均达极显著水平 ($P < 0.01$)。在栽培过程中,伴随着打顶这一栽培措施的进行,10月31日后株高基本不再增加,其少量的增加主要来自于节间的伸长。

2.1.2 咸水灌溉对甜瓜生长状况的影响 表1结果表明,甜瓜的生长量、叶面积均随咸水质量浓度的升高而降低。与CK相比,3 g/L的咸水灌溉处理对甜瓜植株的生长量和叶面积基本没有影响;质量浓

度大于3 g/L的灌溉处理使甜瓜的生长量和叶面积均受到显著抑制 ($P < 0.05$)。但咸水灌溉条件下植株的根冠比均较CK有所提高,并且呈现出先增大后降低的趋势,其中7 g/L处理的根冠比最大。这种现象表明,咸水灌溉在抑制甜瓜地上部和根系生长的同时,在一定质量浓度范围内其对地上部的抑制作用较根系强。

表1 咸水灌溉对甜瓜生长的影响

Table 1 Growth situation of melon plants under the conditions of brackish water irrigation

咸水处理/ (g · L ⁻¹) Brackish water treatment	单株生长量/ g Yield				根冠比 Root to shoot ratio	单株叶面积/ cm ² Leaf area
	根 Root	茎 Stem	叶 Leaf	果实 Fruit		
CK	6.21 a	35.62 a	123.45 a	255.52 a	0.015 c	3 096.35 a
3	6.53 a	32.26 a	125.24 a	238.65 a	0.016 c	3 042.08 a
5	5.83 b	27.92 b	106.94 b	193.70 b	0.018 b	1 910.01 b
7	5.52 b	19.98 c	86.93 c	157.46 c	0.021 a	1 880.80 b
9	3.46 c	14.43 d	55.50 d	122.88 d	0.018 b	1 861.15 b

注:采用邓肯氏新复极差法,同列数据后标不同小写字母者表示差异显著 ($P < 0.05$)。下表同。

Note: Different small letters in same columns indicate significant difference at the level ($P < 0.05$) by Duncan's multiple range test. The same as follows.

2.2 咸水灌溉对甜瓜不同器官盐离子分布的影响

2.2.1 甜瓜各器官中的 Na⁺ 含量 由图2可见,在甜瓜3个不同的发育阶段,甜瓜根、茎、叶和果实中的 Na⁺ 含量基本上都呈现出随咸水质量浓度上升而增加的趋势;并且随着处理时间的延长,甜瓜植株不同器官的 Na⁺ 含量也基本上呈现出增加趋势。

在甜瓜的每个发育阶段,相同质量浓度咸水处

理的甜瓜,根和茎的 Na⁺ 含量较叶片中的 Na⁺ 含量高。经方差分析,根与茎的 Na⁺ 含量差异不显著,但二者均与叶片的 Na⁺ 含量差异显著 ($P < 0.05$)。从果实发育期可以看出,果实中的 Na⁺ 含量低于根、茎和叶,并且与根、茎的 Na⁺ 含量差异显著 ($P < 0.05$)。这表明甜瓜的叶片和果实具有一定的拒 Na⁺ 功能,而根和茎是聚 Na⁺ 的主要部位。

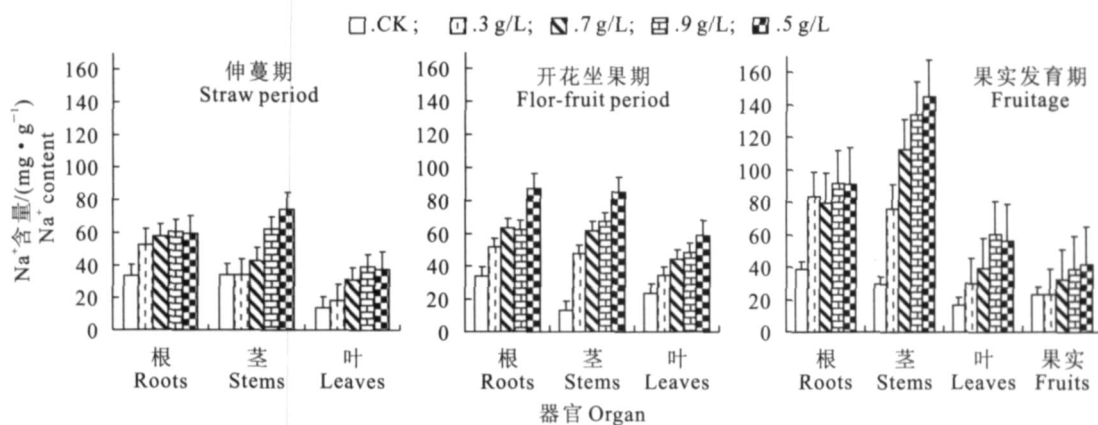


图2 甜瓜不同发育阶段各器官中的 Na⁺ 含量

Fig.2 Na⁺ content in different organs of melon at different developmental stages

2.2.2 甜瓜各器官中的 K⁺ 含量 甜瓜茎和叶在由伸蔓期、开花坐果期到果实发育期的生长过程中,其 K⁺ 含量均呈现出先上升后下降的趋势(图3);在伸蔓期和开花坐果期,茎叶中的 K⁺ 含量高于根,并且差异显著 ($P < 0.05$)。在各器官中,K⁺ 含量并未随着咸水质量浓度的增加而呈现显著的变化,但与

伸蔓期相比,开花坐果期CK和3,5,7,9 g/L咸水处理的叶片 K⁺ 含量分别增加了35.8%,68.0%,74.4%,100.3%,83.3%,各处理的增加幅度随咸水质量浓度的上升呈现出先上升后下降的趋势,且增幅极显著高于CK ($P < 0.01$),并以7 g/L咸水处理的增幅最大。这种现象表明,在一定浓度盐胁迫下,

叶片会通过增加吸收 K^+ 的方式维持正常的生理代谢,这与王宝山等^[12]的研究结果一致。

从开花坐果期到果实发育期,根系中的 K^+ 含量没有明显变化,各咸水处理的茎和叶中的 K^+ 含

量与 CK 相比极显著降低 ($P < 0.01$),其中叶片的 K^+ 含量降幅最大。这种现象说明,长时间的咸水灌溉会使茎和叶的生理代谢活性迅速降低。而果实中的 K^+ 含量在咸水灌溉条件下变化不明显。

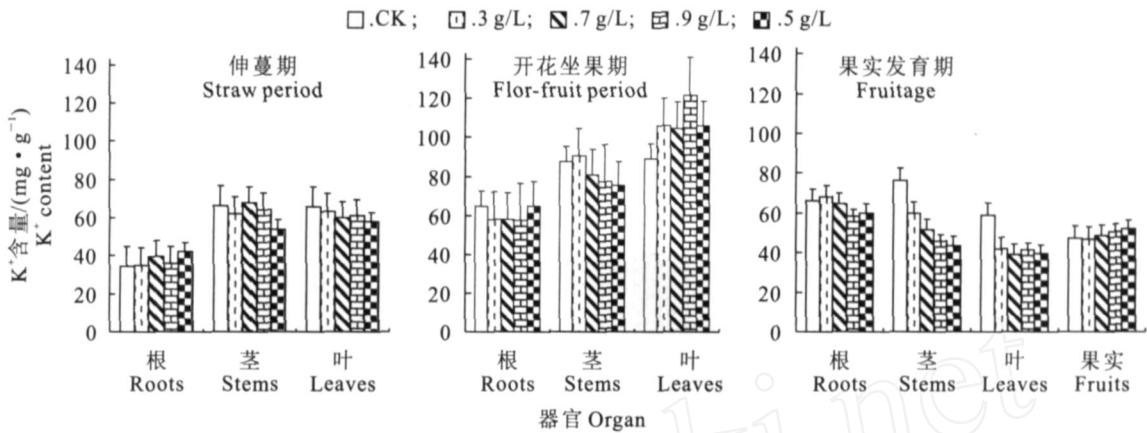


图 3 甜瓜不同发育阶段各器官中的 K^+ 含量

Fig. 3 K^+ content of different organs of melon at different developmental stages

2.2.3 甜瓜各器官中的 Ca^{2+} 含量 从图 4 可以看出,在甜瓜的各发育阶段,叶片中的 Ca^{2+} 含量均高于根和茎。方差分析表明,根、茎的 Ca^{2+} 含量均与叶达到了极显著差异水平 ($P < 0.01$)。在伸蔓期,不同质量浓度咸水灌溉对各器官 Ca^{2+} 含量的影响均不显著,这表明伸蔓期咸水灌溉处理对各器官 Ca^{2+} 的分配影响很小。

在开花坐果期,各咸水处理甜瓜不同器官中的 Ca^{2+} 含量与 CK 相比差异均不显著;在开花坐果期

和伸蔓期,5,7 和 9 g/L 咸水处理叶片中的 Ca^{2+} 增加量与 CK 相比差异显著 ($P < 0.05$)。

在果实发育期,各咸水处理的根、茎和叶中的 Ca^{2+} 含量均高于 CK,但根和茎中的 Ca^{2+} 含量与 CK 差异不显著,而叶片中的 Ca^{2+} 含量与 CK 的差异均达到了极显著水平 ($P < 0.01$)。各咸水处理之间,叶片 Ca^{2+} 含量的差异并不显著。果实中的 Ca^{2+} 含量随咸水质量浓度的增加而增大,并且与 CK 的差异均达到显著水平 ($P < 0.05$)。

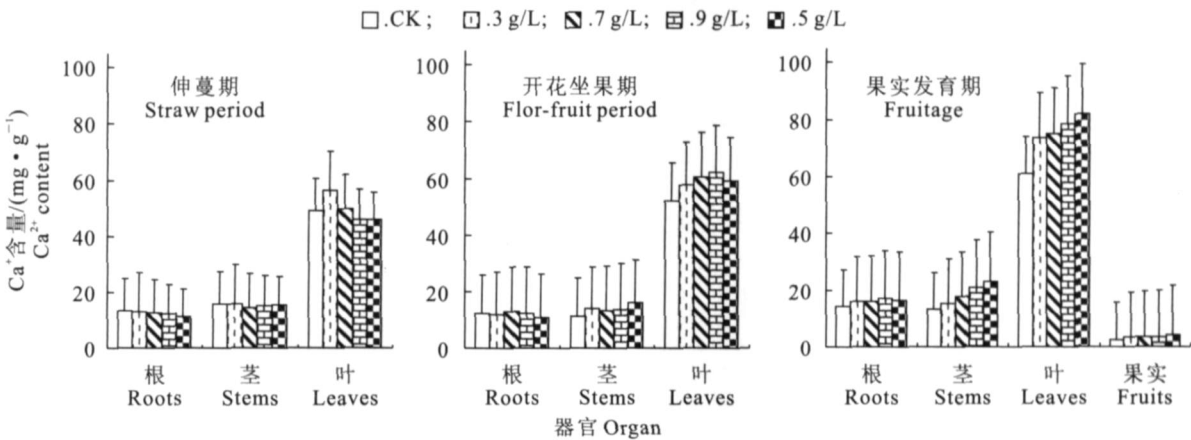


图 4 甜瓜不同发育阶段各器官中的 Ca^{2+} 含量

Fig. 4 Ca^{2+} content of different organs of melon at different developmental stages

2.2.4 甜瓜各器官中的 Cl^- 含量 图 5 表明,除果实中各咸水处理的 Cl^- 含量与 CK 相比差异不显著外,在各不同发育阶段,各咸水处理的根、茎和叶中的 Cl^- 含量均较 CK 有所提高,且基本上呈现出随

咸水质量浓度增加而增大的趋势。经方差分析,各处理的 Cl^- 含量与 CK 相比差异均达显著水平 ($P < 0.05$);而相同质量浓度咸水处理的 Cl^- 含量在各器官间的差异均不显著。

从甜瓜植株的发育过程来看,CK 根、茎和叶中的 Cl^- 含量表现出逐渐减少的趋势,而各咸水灌溉处理均表现出逐步增加的趋势。这表明随着咸水质

量浓度的增加和灌溉时间的延长,不同营养器官中的 Cl^- 含量随之增加。

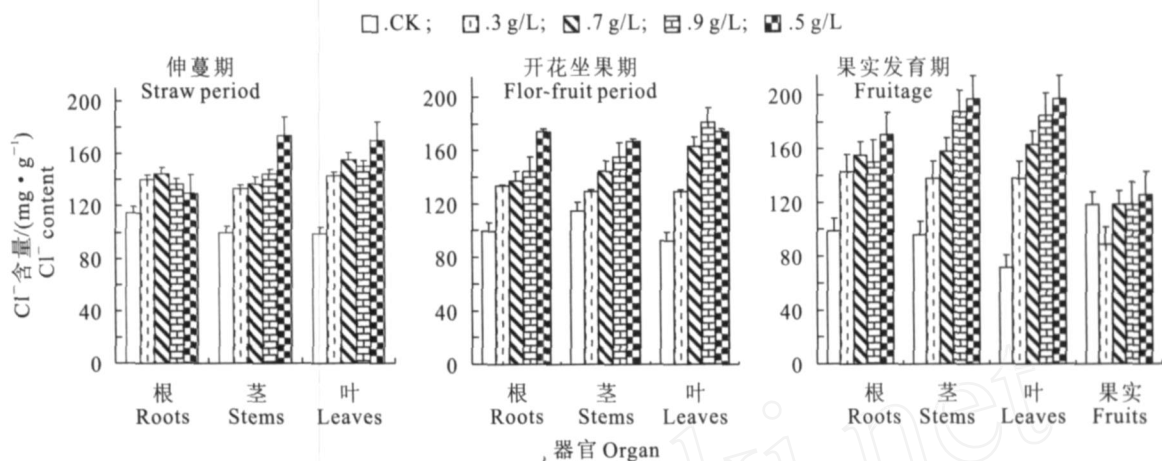


图 5 甜瓜不同发育阶段各器官中的 Cl^- 含量

Fig. 5 Cl^- content in different organs of melon at different developmental stages

2.3 咸水灌溉对甜瓜各器官离子含量比的影响

从表 2 可以看出,咸水灌溉使盐离子与营养元素的比例发生了变化。与 CK 相比,各咸水处理的甜瓜植株各器官中的 K^+/Na^+ 、 $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$ 和 Cl^-/Na^+ 普遍降低,且降低幅度基本上随咸水质量浓度的升高而增大。从不同生育期来看, K^+/Na^+ 变化剧烈,而 $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$ 和 Cl^-/Na^+ 的变化幅度较小,所以 Na^+ 对 K^+ 的吸收具有竞争性。

从不同器官来看,根和茎中各离子的比值差异较小,而叶片的离子比值均较茎和根高。也就是说,随着咸水质量浓度的增加,叶片离子比的降低幅度较根和茎大。这种现象表明,各器官中 K^+/Na^+ 、 $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$ 和 Cl^-/Na^+ 在不同质量浓度咸水灌溉下的变化规律基本一致,但叶片中的变化幅度更大,因此叶片的生理活性更容易受到影响。

表 2 不同生育期甜瓜不同器官各离子含量比的变化

Table 2 Ratios of ion contents in different organs of melon at different developmental stages

项目 Items	处理/ (g · L ⁻¹) Brackish water treatment	伸蔓期 Straw period			开花坐果期 Flor-fruit period			果实发育期 Fruitage			
		根 Root	茎 Stem	叶 Leaf	根 Root	茎 Stem	叶 Leaf	根 Root	茎 Stem	叶 Leaf	果实 Fruit
K^+/Na^+	CK	0.61 a	1.13 a	2.76 a	1.20 a	3.95 a	2.25 a	1.00 a	1.51 a	2.04 a	1.20 a
	3	0.40 b	0.85 b	2.02 b	0.74 b	1.12 b	1.81 b	0.48 b	0.47 b	0.82 b	1.18 a
	5	0.40 b	0.64 b	1.14 c	0.54 c	0.78 c	1.40 c	0.48 b	0.27 c	0.58 c	0.89 b
	7	0.35 b	0.51 c	0.92 d	0.55 c	0.68 c	1.48 c	0.38 b	0.20 c	0.41 c	0.77 b
	9	0.42 b	0.39 c	0.91 d	0.39 d	0.52 d	1.07 d	0.39 b	0.18 c	0.41 c	0.73 b
$\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$	CK	0.23 a	0.26 a	2.01 a	0.21 a	0.50 a	1.29 a	0.21 a	0.25 a	2.05 a	0.06 a
	3	0.14 b	0.21 b	1.76 b	0.13 b	0.17 b	0.96 b	0.11 b	0.12 b	1.40 b	0.08 a
	5	0.13 b	0.13 c	0.92 c	0.12 b	0.12 b	0.79 b	0.12 b	0.09 b	1.10 c	0.06 a
	7	0.12 b	0.12 c	0.68 c	0.11 b	0.12 b	0.74 b	0.11 b	0.09 b	0.75 d	0.05 a
	9	0.11 b	0.11 c	0.70 c	0.07 c	0.11 b	0.58 c	0.10 b	0.09 b	0.84 d	0.06 a
Cl^-/Na^+	CK	2.22 a	2.32 a	5.12 a	1.92 a	5.69 a	2.57 a	1.64 a	2.09 a	2.71 a	3.28 a
	3	1.74 b	2.24 a	4.82 a	1.67 b	1.77 b	2.42 b	1.11 b	1.18 b	2.97 a	2.45 b
	5	1.62 c	1.42 b	3.16 b	1.41 c	1.53 b	2.39 b	1.27 b	0.91 b	2.68 a	2.37 b
	7	1.47 c	1.26 b	2.15 c	1.51 c	1.50 b	2.42 b	1.07 b	0.91 b	1.99 b	1.98 c
	9	1.41 c	1.33 b	2.42 c	1.29 d	1.27 b	1.92 c	1.21 b	0.88 b	2.28 ab	1.94 c

3 讨 论

植物生长需要从根际环境中获取营养元素,但

盐离子与营养元素比例所发生的变化将影响植物正常的生理代谢,导致植物生长量的下降,因此本试验中甜瓜植株的高度及各器官的生物量也受到了咸水

环境的明显抑制。经分析,甜瓜植株各器官(根、茎、叶和果实)生长量之间显著相关;根冠比与各器官生长量呈现负相关,但未达到显著水平;而株高除了与根的生长量达到显著正相关外,与茎、叶和果实的生长量均达到了极显著水平,并且株高容易测量,所以可以选择株高作为咸水灌溉对甜瓜生长影响的直接评价指标。

咸水灌溉时,植株处于持续的盐胁迫状态下,盐胁迫对植物的伤害方式主要是离子毒害、渗透胁迫和营养不平衡,而盐分中主要以 Na^+ 和 Cl^- 对植物的危害较重^[13]。在本试验中, Na^+ 和 Cl^- 在甜瓜植株体内的分布均表现出了灌溉咸水的浓度效应,且随着咸水灌溉时间的延长, Na^+ 含量还表现出了时间效应,而 Cl^- 含量在不同发育阶段基本保持一致,并且根、茎、叶中的 Cl^- 含量无明显差别,这种现象表明, Cl^- 比 Na^+ 更容易在甜瓜不同营养器官中流动;而叶片中的 Na^+ 含量较低,并且随盐胁迫时间的延长上升缓慢,说明甜瓜叶片对 Na^+ 的毒害有一定的缓冲能力。

与其他非盐生但具有拒盐能力的植物相比^[12,14],甜瓜 Na^+ 浓度最高的器官并非地下的根,而以茎中最高,根次之,但其均表现出避免 Na^+ 在叶片中过高积累的特征,以保证叶片光合等生理生长过程的正常进行,说明其具有相似的拒盐机制。

Ca^{2+} 在保持生物膜的完整性和细胞代谢等方面的调节作用,可以使植物适应盐胁迫环境^[15],而本试验中各咸水处理的 Ca^{2+} 含量到果实发育期时均高于 CK,这种现象暗示了质膜上的 Ca^{2+} 不但没有被 Na^+ 所取代,而且维持在较高的水平,保证了膜系统的完整性和不同离子的选择吸收^[16],反映出甜瓜具有通过保持矿质营养的平衡来提高耐盐性的特点。但是如果长时间地保持较高的 Ca^{2+} 浓度也将造成细胞的伤害^[17]。在本试验中,咸水灌溉至果实发育期时,各处理叶片中的 Ca^{2+} 含量显著高于 CK,暗示 Ca^{2+} 含量不能恢复到较低水平,从而可能对叶片造成伤害。

K^+ 对维持植物细胞生理功能和调节细胞内的渗透压起着重要作用,与植物的生长发育息息相关。甜瓜作为一种中度耐盐的作物^[18],咸水灌溉对 K^+ 的影响主要表现在前期茎和叶中的含量有所增加,而后期则迅速降低,并且不同质量浓度咸水处理之间的差异不显著,这就暗示长时期低浓度的咸水灌溉与短时期较高浓度的咸水灌溉相比,后者可能更

有利。 K^+/Na^+ 、 $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$ 和 Cl^-/Na^+ 比值的变化,反映了植株对盐离子及营养元素的相对吸收情况。其他元素与 Na^+ 比值降低的原因来自于两个方面:

组织中 Na^+ 的净增加; 其他元素水平的降低。而表 3 表明,根、茎和叶中的 K^+/Na^+ 、 $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$ 和 Cl^-/Na^+ 值的降低主要来自于 Na^+ 的净增加。根系中的 K^+/Na^+ 为 0.35 ~ 1.20,而茎和叶中的 K^+/Na^+ 为 0.18 ~ 3.95,说明根系的 K^+/Na^+ 变化幅度较小,有利于维持渗透调节的平衡。

4 结 论

本试验结果充分显示,咸水灌溉对甜瓜最显著的效应就是阻止其生长发育,然而适宜质量浓度的咸水($< 3 \text{ g/L}$ ($\text{EC} \approx 7$))灌溉,仍然可以获得理想的产量(单果重与 CK 的差异不显著)。甜瓜在咸水灌溉条件下以增加吸收 K^+ 和叶片拒 Na^+ 为适应特征,根、茎、叶中的离子浓度和离子比随咸水质量浓度和生育期的变化而变化,其渗透调节能力亦随咸水质量浓度和处理时间的变化而变化。

[参考文献]

- [1] 邹志荣,杨振超.西北荒漠化地带发展设施园艺的意义与作用[J].华中农业大学学报,2004,35(增刊):26-28.
- [2] 王 冉,陈贵林,宋 炜,等. NaCl 胁迫对两种南瓜幼苗离子含量的影响[J].植物生理与分子生物学学报,2006,32(1):94-98.
- [3] 李品芳,侯振安,龚元石. NaCl 胁迫对苜蓿和羊草苗期生长及养分吸收的影响[J].植物营养与肥料学报,2001,7(2):211-217.
- [4] Raanan K. Farming in the desert: advantages and limitations based on Israel experience [J]. Journal of Desert Research, 2000,20(2):113-117.
- [5] 陈国雄,张志谦,吴祖荣,等. 沙漠腹地盐水处理条件下蔬菜种植技术初探[J].生态农业研究,1995,11(3):21-25.
- [6] Amnon B, Shabtai C, Yoel D M, et al. Effects of timing and duration of brackish irrigation water on fruit yield and quality of late summer melons [J]. Agricultural Water Management, 2005,74:123-134.
- [7] Mendlinger S. Effect of increasing plan density and salinity on yield and fruit quality in muskmelon[J]. Scientia Hort, 1994, 57:41-49.
- [8] Nerson H, Paris H S. Effects of salinity on germination, seedling growth and yield of melons[J]. Irrig Sci, 1984, 5:265-273.
- [9] 陈梦熊,马凤山. 中国地下水资源与环境[M]. 北京:地震出版社,2002:381-384.
- [10] Amor F M, Martinez V, Cerda A. Salinity duration and concentration affect fruit yield and quality, and growth and mineral composition of melon plants grown in perlite [J]. Hort

- Sci,1999,34(7):1234-1237.
- [11] 王宝山,赵可夫. 小麦叶片中 Na、K 提取方法的比较[J]. 植物生理学通讯,1995,31(1):50-52.
- [12] 王宝山,邹琦,赵可夫. NaCl 胁迫对高粱不同器官离子含量的影响[J]. 作物学报,2000,26(6):845-850.
- [13] 李品芳,白文波,杨志成. NaCl 胁迫对苇状羊茅离子吸收与运输及其生长的影响[J]. 中国农业科学,2005,38(7):1458-1565.
- [14] 杨洪兵,韩镇海,许雪峰. 三种苹果属植物幼苗据 Na^+ 机理的研究[J]. 园艺学报,2004,31(2):143-148.
- [15] Rickauer M, Tanner W. Effects of Ca^{2+} on amino acid transport and accumulation in roots of *Phaseolus Vulgaris* [J]. Plant Physiol,1986,82:41-46
- [16] Craig G F, Bell D T, Atkins C A. Response to salt and waterlogging stress of ten taxa of *Acacia* selected from natural saline area of western Australia1[J]. Aust J Bot,1990,38:619-630.
- [17] 高永生,王锁民,张承烈. 植物盐适应性调节机制的研究进展[J]. 草业学报,2003,12(2):1-6.
- [18] Samuel M, Dov P. Screening for salt tolerance in melons[J]. Hort Science,1992,27(8):905-907.

(上接第 113 页)

- [6] 贺永铨,岩学斌. 种衣在西瓜上使用效果初报[J]. 甘肃农业科技,1991(2):35-36.
- [7] 孟焕文,程智慧,崔鸿文. 茄种衣剂 1 号对茄子发芽及幼苗生长的影响[J]. 西北农业大学学报,1997,25(2):56-60.
- [8] 姚献华,马新岭. 不同种衣剂和温度对棉花出苗率禾苗病率的影响[J]. 中国农学通报,2005,21(7):326-328.
- [9] 冯惠英,黄品湖,郭秀珠,等. 蔬菜育苗应用微生物菌肥的研究[J]. 上海蔬菜,2003(5):60-61.
- [10] 牛晓磊,薛泉宏,涂璇,等. 6 株生防放线菌对辣椒疫霉的皿内拮抗研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2005,33(1):55-58.
- [11] 司美茹,薛泉宏,余博,等. 36 株生防菌对辣椒疫病等 4 种病原真菌的拮抗作用研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2005,33(1):49-54.
- [12] 韩斯琴,徐梅,白震,等. D2-4 放线菌抗真菌病害活性成分研究[J]. 微生物杂志,2004,24(1):8-10.
- [13] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
- [14] 程智慧,陆帼一. 番茄地热线育苗营养面积的研究[J]. 中国蔬菜,1986(1):18-21.